

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

27.12.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 1 2 月 2 4 日

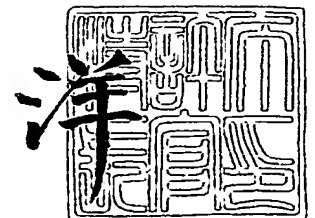
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 4 2 7 8 7 1
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 4 2 7 8 7 1]

出 願 人
Applicant(s): 日 立 金 属 株 式 有 限 公 司

2 0 0 5 年 2 月 1 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 SE03016
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G01P 15/02
【発明者】
 【住所又は居所】 埼玉県熊谷市三ヶ尻 6 0 1 0 番地 日立金属株式会社生産システム研究所内
 【氏名】 武槍 徳久
【発明者】
 【住所又は居所】 栃木県真岡市松山町 1 8 番地 日立金属株式会社事業企画部内
 【氏名】 池田 由夫
【特許出願人】
 【識別番号】 000005083
 【氏名又は名称】 日立金属株式会社
 【代表者】 本多 義弘
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 010375
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

所定の質量を有する質量部と、前記質量部を支持可能な支持部と、前記質量部と前記支持部とを連結した弾性部と、前記弾性部に配設され該弾性部に生じる応力を検出可能な応力検出素子とを備え、

前記応力検出素子は、前記弾性部の短手方向におけるその中心が前記弾性部の中心から偏位している半導体加速度センサ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の半導体加速度センサにおいて、

前記弾性部は、前記質量部又は／及び前記支持部との連結端に向かい幅が拡大する端部を有する半導体加速度センサ。

【請求項 3】

所定の質量を有する質量部と、前記質量部を支持可能な支持部と、前記質量部と前記支持部とを連結した弾性部と、前記弾性部に配設され該弾性部に生じる応力を検出可能な応力検出素子とを備え、

前記弾性部は、前記質量部又は／及び前記支持部との連結端に向かい幅が拡大する端部を有し、

前記応力検出素子は、前記連結端から離間した位置に配設されているとともに前記弾性部の長手方向において少なくともその一部が前記端部に含まれている半導体加速度センサ。

【請求項 4】

所定の質量を有する質量部と、前記質量部を支持可能な支持部と、前記質量部と前記支持部とを連結した弾性部と、前記弾性部に配設され該弾性部に生じる応力を検出可能な応力検出素子とを備え、

前記弾性部は、前記質量部又は／及び前記支持部との連結端に向かい幅が拡大する端部を有し、

前記応力検出素子は、前記連結端から離間した位置に配設されているとともに前記弾性部の長手方向において少なくともその一部が前記端部に含まれ、前記弾性部の短手方向におけるその中心は前記弾性部の中心から偏位している半導体加速度センサ。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の半導体加速度センサにおいて、

少なくとも一对の応力検出素子を備え、該応力検出素子の対は、短手方向において弾性部に対称に配設されていることを特徴とする半導体加速度センサ。

【書類名】明細書

【発明の名称】半導体加速度センサ

【技術分野】

【0001】

この発明は、玩具、自動車、航空機、携帯端末機器等に搭載される加速度検出用の半導体加速度センサに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、加速度センサとしてピエゾ抵抗効果、静電容量変化等の物理量変化を利用したものが製品化されている。これらの加速度センサは、様々な分野で広く用いることができるが、近年小型、高感度で多軸方向の加速度を同時に検出できるものが要求されている。

【0003】

特にシリコン単結晶は、格子欠陥が極めて少ないために理想的な弾性体となること、半導体プロセス技術をそのまま転用することができること等の特徴を有し、前記したような小型で高感度の加速度センサを製造するのに好適な素材である。もって、そのシリコン単結晶を母体として薄肉の弾性部を設け、この薄肉の弾性部の変位をピエゾ抵抗素子により電気信号に変換して出力するピエゾ抵抗素子を用いた半導体加速度センサが注目されている。なお、半導体加速度センサの構造や動作については下記特許文献2に詳しく説明されている。

【0004】

半導体加速度センサ（以下センサと称する。）に過大な外力が作用した場合に弾性部の破損を低減可能なセンサの一例が特許文献1に開示されている。特許文献1のセンサ8は、その平面図を図11に示すように、「厚さを一様にした前記たわみ部（弾性部）83と、該たわみ部83を取り囲み、該たわみ部よりも厚いたわみ部支持枠81とからなり、前記たわみ部83には該たわみ部83を前記支持枠81と一体化するための狭小部を設け、かつ該狭小部は前記支持枠81との境界部で幅広に形成するとともに、前記境界部から偏った前記狭小部の予定位置に応力検知部（ピエゾ抵抗素子）84を設けた」ものである。

【0005】

上記センサ8によれば、弾性部83の境界部を幅広にすることで境界部に生じる応力が分散され、過大な外力が作用した場合でも弾性部83の破損を低減できるとともに、ピエゾ抵抗素子84は、最大応力の生じる狭小部の予定位置に設けられるので加速度を感度良く検出できるという利点がある。

【特許文献1】特開平8-29446号公報

【特許文献2】特開2002-296293号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

近年、更に、携帯端末機器や玩具などに組み込むためセンサの小型・薄型化及び高検出能力が求められている。また、歩留の向上による製造コストの低減あるいは使用中の破損による故障発生の抑止の面から外力により破損し難いセンサが望まれている。したがって、本発明は、高い検出能力を有し、加えて破損し難い改良されたセンサを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の第1発明は、所定の質量を有する質量部と、前記質量部を支持可能な支持部と、前記質量部と前記支持部とを連結した弾性部と、前記弾性部に配設され該弾性部に生じる応力を検出可能な応力検出素子とを備え、前記弾性部の短手方向において前記応力検出素子の中心は前記弾性部の中心から偏位している半導体加速度センサである。なお、第1発明に加えて、前記弾性部は、前記質量部又は／及び前記支持部との連結端に向かい幅が

拡大する端部を有していれば好ましい。

【0008】

本発明の第2発明は、所定の質量を有する質量部と、前記質量部を支持可能な支持部と、前記質量部と前記支持部とを連結した弾性部と、前記弾性部に配設され該弾性部に生じる応力を検出可能な応力検出素子とを備え、前記弾性部は、前記質量部又は／及び前記支持部との連結端に向かい幅が拡大する端部を有し、前記応力検出素子は、前記連結端から離間した位置に配設されているとともに前記弾性部の長手方向において少なくともその一部が前記端部に含まれているセンサである。

【0009】

本発明の第3発明は、所定の質量を有する質量部と、前記質量部を支持可能な支持部と、前記質量部と前記支持部とを連結した弾性部と、前記弾性部に配設され該弾性部に生じる応力を検出可能な応力検出素子とを備え、前記弾性部は、前記質量部又は／及び前記支持部との連結端に向かい幅が拡大する端部を有し、前記応力検出素子は、前記連結端から離間した位置に配設されているとともに前記弾性部の長手方向において少なくともその一部が前記端部に含まれ、前記弾性部の短手方向におけるその中心は前記弾性部の中心から偏位しているセンサである。

【0010】

前記半導体加速度センサにおいて、少なくとも一対の応力検出素子を備え、該応力検出素子の対は、短手方向において弾性部に対称に配設される構成とすれば望ましい。

【発明の効果】

【0011】

本発明のセンサは、所定の質量を有する質量部と、質量部を支持可能な支持部と、質量部と支持部とを連結した弾性部と、弾性部に配設され弾性部に生じる応力を検出可能な応力検出素子とを備えている。したがって、外力による質量部の移動により変位した弾性部に生じた応力を応力検出素子で検出し、該検出値に基づいて加速度が求められる。本発明のセンサは、前記弾性部の短手方向において前記応力検出素子の中心は前記弾性部の中心から偏位している。このように応力検出素子を配置することにより、弾性部において応力検出素子は応力の高い領域に位置されることとなりセンサは高い検出能を呈することとなる。加えて、本発明のセンサの弾性部は、質量部又は／及び前記支持部との連結端に向かい幅が拡大する端部を有している。もって、連結端に生じる応力が分散され、弾性部の破損が抑止され破損しがたいセンサを得ることが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

本発明について、その実施態様の一例に基づき図面を参照し説明する。本発明は、以下説明の実施態様のみに限定されることはなく、下記説明する構成は単独に或いは適宜組合せて実施されうる。

図1は、本実施態様のセンサの平面図である。図2は、図1の断面拡大図である。図3は、図1の要部拡大図である。図4は、本実施態様のセンサの製造工程を説明する図である。図5は、図1のセンサの変形例を示す要部拡大平面図である。図6は、図1のセンサにおける長手方向の応力検出素子の配置とセンサの検出能の関係を示す図である。図7は、図1のセンサに外力が作用した場合に生じる梁表面の長手方向における引張応力の分布を概念的に示す図である。図8は、図1のセンサにおける長手方向の応力検出素子の配置とセンサの温度ドリフトの関係を示す図である。図9は、図1のセンサにおける短手方向の応力検出素子の配置とセンサの検出能の関係を示す図である。図10は、図1のセンサに外力が作用した場合に生じる梁表面の短手方向における引張応力の分布を概念的に示す図である。

【0013】

本実施態様のセンサ1は、図1に示すように、所定の質量を有する質量部である錘体12と、質量部を支持可能な支持部で錘体12を囲み周設した枠体11と、錘体12と枠体11を連結する弾性部である互いに直交する2対の梁13と、前記梁13に配設され該弾

性部に生じる応力を検出可能な応力検出素子であるピエゾ抵抗素子 14 とを備えており、錘体 12 と枠体 11 の間には空隙 15 が画成され、外力がセンサ 1 に作用したとき錘体 12 が自由に移動可能になされている。なお、センサ 1 にはピエゾ抵抗素子 14 との入出力などを行う配線パターンも配設されているが省略している。以下、錘体 12、枠体 11、梁 13、ピエゾ抵抗素子 14 について説明するが、各構成要素によるセンサ 1 の動作原理については前記特許文献 2 に説明されているので参照されたい。

【0014】

本実施態様の検出軸は 3 軸あり、図示するように、平面視において水平でセンサ 1 の中央を通過する軸が X 軸とされ、同平面視において X 軸に直交し同中央を通過する軸が Y 軸とされる。また、X、Y 軸とともに直交しセンサ 1 の中心を通過するとともにセンサ 1 の上面に垂直な軸が Z 軸とされるが、Z 軸方向加速度は X 軸に沿って配設されるピエゾ抵抗素子 14 により検出される構造となっている。したがって、本実施態様のセンサ 1 によれば、互いに直交する 3 軸方向の加速度が同時に検出される。

【0015】

以下で述べる「長手方向」とは図 1 において各検出軸（X、Y、Z 軸）に沿う方向のことであり、「長さ」とは該長手方向における大きさのことと定義する。「短手方向」とは各検出軸に直交する方向のことであり、「幅」とは該短手方向における大きさのことと定義する。

【0016】

(錘体)

錘体 12 は、平面視において略矩形状の Si 単結晶基板の厚肉部からなるものであり、センサ 1 の中央部に配設される。錘体 12 の平面形状は、特に図 1 に限定されず、検出軸（X（Z）軸、Y 軸）に対し線対称な形状であればよく、例えば略円形状、六角形状、八角形状としてもよい。

【0017】

(枠体)

枠体 11 は、錘体 12 の周囲に略同一の幅で連続して配設した Si 単結晶基板の厚肉部からなるものであり、センサ 1 を筐体へパッケージする際には外枠 11 が筐体へ固定される。なお、支持部としての外枠 11 の幅は不均一であってもよく、その形状は例えば略円環状のものとしてもよい。また、支持部は不連続なものであってもよい。

【0018】

(梁)

梁 13 は、Si 単結晶基板の薄肉部からなる厚みのごく薄いものである。梁 13 は、錘体 12 や枠体 11 との連結端に R 部を有している。すなわち、梁 13 は、錘体 12 や枠体 11 との連結端に向かい幅が拡大する端部 13b（以下連結端部と称する。）を有していることとなる。ここで、梁 13 における「連結端部」の範囲は、図 3 に示すハッチングを付した領域（梁 13 の側縁稜線と符号 L1 と L2 で示す直線で囲まれた領域。ここで、直線 L1 は梁 13 が幅広となる境界を示し、直線 L2 は連結端の辺縁を示す。）、すなわち、梁 13 の端部であって、梁 13 の定常部 13a の幅 b1 より全体として幅の大きい部分のことと定義する。すなわち、連結端部 13b において定常部 13a の幅 b1 より一部に幅の狭い部分があっても幅の大きい部分が主体的であれば本発明でいう連結端部 13b に含まれる。なお、梁 13 は、センサ 1 の平面視の中心から見て対称に配設されていることが望ましい。

【0019】

なお、連結端部 13b の形状は図示に限定されず、図 5（a）、（b）に例示するように、前記連結端の角部を逆 R 状として連結端部 13b の形状を略楕形状とする、或いは、角部を面取りして連結端部 13b の形状を略扇形状としてもよい。また、図 5（c）のように角部を略階段形状としてもよい。上記連結端部 13b を梁 13 に設けることにより梁 13 の端部に生ずる応力が分散され、過大な外力が作用しても梁 13 は破損しがたくなる。

【0020】

(ピエゾ抵抗素子)

図1に示すように、ピエゾ抵抗素子14は、各検出軸に沿いフルブリッジ検出回路をなすよう梁13の上面に配設される。X、Z軸方向加速度を検出するピエゾ抵抗素子14x、14zは一方の対となる梁13に、Y軸方向加速度を検出するピエゾ抵抗素子14yは他方の対となる梁13に配設されている。

【0021】

各ピエゾ抵抗素子14は、外力により梁13に生ずる歪がほぼ均等になるよう、センサ1の平面視における中心から見て対となる梁13ごとに対称に配設することが望ましく、また、それぞれはほぼ同じ大きさであることが望ましい。したがって、X、Z検出軸に対応する一方の対となる梁13の部分拡大平面図である図3（図1のc部の拡大図）に示すように、Z軸方向加速度を検出するピエゾ抵抗素子14z1は短手方向において梁13の側縁に近い側に配設され、短手方向において梁13の中心に対し対称な位置にダミーのピエゾ抵抗素子（以下ダミー素子と称する。）14zdが配設される。また、X軸方向加速度を検出するピエゾ抵抗素子14x1は、短手方向においてピエゾ抵抗素子14z1の内側に配設され、該ピエゾ抵抗素子14x1に対称にダミー素子14xdが配設される。

【0022】

Y軸方向加速度を検出するピエゾ抵抗素子14yとそのダミー素子は、図1に示すように、他方の対の梁13に、X軸方向加速度を検出するピエゾ抵抗素子14x1とそのダミー素子14xdとはほぼ同じ位置関係で配設される。また、該他方の対となる梁13には、Z軸方向加速度を検出するピエゾ抵抗素子14z1とそのダミー素子14zdとはほぼ同じ位置関係でダミー素子14dが配設されている。なお、梁13の形状などで梁13に生じる歪のバランスが取れる場合にはダミー素子は必ずしも配設しなくてもよい。また、各検出軸に対応するピエゾ抵抗素子14の位置関係はセンサ1の仕様により適宜設定されうるものである。

【0023】

各ピエゾ抵抗素子14には、それぞれ図示しない配線パターンが接続され、該接続パターンはピエゾ抵抗素子14から出力される信号を処理する外部装置に接続されている。その接続パターンも、センサ1の平面視における中心から見て対称に配設することが望ましい。

【0024】

ここで、ピエゾ抵抗素子14は、梁13の長手方向または短手方向において高い検出能を得られる所定の位置に配置される。すなわち、高い検出能を具現するためには、梁13へ外力が作用した場合に出来るだけ高い応力が生じる位置にピエゾ抵抗素子14を配設することが望ましく、従来においてその位置は梁13の定常部13aとされていた。しかしながら、本発明者らは、種々の検討により、少なくともピエゾ抵抗素子14の一部が長手方向において連結端部13bに存在する場合、あるいは、ピエゾ抵抗素子14と梁13の短手方向の中心が一致しない場合に高い検出能が得られることを知見した。以下、ピエゾ抵抗素子14の配置と検出能の相関関係を長手方向、短手方向の順で示し、具体的に説明する。

【0025】

まず、ピエゾ抵抗素子14の長手方向の配置とセンサ1の検出能の関係について図6を参照し説明する。図6は、ピエゾ抵抗素子14の長手方向の位置を横軸に、センサ1の出力を縦軸に示している。

【0026】

ピエゾ抵抗素子14の長手方向の位置を示す横軸の数値は次のようにして正規化されたものである。図3には、説明のために擬似的にピエゾ抵抗素子14aが表示されている。ピエゾ抵抗素子14aにおいて梁13の連結端側（すなわち直線L2側）の前縁が直線L1と一致する位置を図6の横軸において数値「0」（原点）とし、直線L1を基準とし連結端側（図において外側と表示）の方向を「-」、反対（図において内側と表示）の方向

を「+」と表示する。そして、ピエゾ抵抗素子 14 a の長手方向の位置を示す横軸の数値は、ピエゾ抵抗素子 14 a の上記前縁と直線 L 1 の間の長さを図示する所定の正規化数 t で除したものである。

【0027】

また、センサ 1 の出力を示す縦軸の数値は次のようにして正規化されたものである。図 6 に示すように、ピエゾ抵抗素子 14 が長手方向において原点 (0) にある時のセンサ 1 の実出力を正規化数とする。センサ 1 の出力を示す数値は、各位置におけるセンサ 1 の実出力を上記正規化数で除したものである。

【0028】

図 6 に示すように、ピエゾ抵抗素子 14 の長手方向の配置には、連結端部 13 b にピエゾ抵抗素子 14 が含まれているときセンサ 1 の出力が最大となる最適位置が存在する。ここで、概念的に図 7 に示すように、センサ 1 に外力が作用した場合の梁 13 の表面に生じる長手方向の引張応力は、連結端部 13 a と定常部 13 a の境界線 (図 3 における直線 L 1) において極大値となるが、該境界線近傍付近、具体的には境界線を挟み連結端部 13 b の一部と定常部 13 a の一部にも引張応力の高い領域が存在する。

【0029】

ピエゾ抵抗素子 14 は、それが設けられた領域の平均の引張応力に対し出力するものである。したがって、上記した引張応力の高い領域、すなわち連結端部 13 b を含むようにピエゾ抵抗素子 14 を配置すれば高い出力を得られることとなる。なお、ピエゾ抵抗素子 14 の最適位置は、センサ 1 の仕様、例えばその構成材料や梁 13 の形状などにより適宜設定される。

【0030】

図 8 を参照して、ピエゾ抵抗素子 14 の長手方向の配置とセンサ 1 の温度ドリフトの関係について説明する。図 8 は、センサ 1 の構造的な理由で特に温度変化の影響の大きい Z 軸方向の出力について無加速度状態におけるセンサ 1 の温度ドリフトを示したものである。同図は、温度ドリフトとして温度 (グラフ横軸) とドリフト率 (グラフ縦軸) の関係を示しており、温度によるドリフト率の変化が少ない温度ドリフトの小さなものがセンサ 1 としては好ましい。同図 (a) は、図 3 においてピエゾ抵抗素子 14 が枠体 11 或いは錘体 12 から離間するとともにその一部が連結端部 13 b に設けられた複数個のセンサ 1 の、同図 (b) は、ピエゾ抵抗素子 14 が枠体 11 及び錘体 12 にも設けられた複数個のセンサ 1 の温度ドリフトを示している。なお、ドリフト率は、温度が 23 度の場合の出力を正規化数とし、各温度における出力を正規化数で正規化した後にその変化率を示したものである。なお、ピエゾ抵抗素子 14 の連結端側の辺縁が連結端と一致するように設けられた場合も、同図 (b) とほぼ同様な結果であった。

【0031】

上述したように、ピエゾ抵抗素子 14 が、連結端を含み枠体 11 或いは錘体 12 に設けられた場合には温度ドリフトが大きくなる。これは、梁 13 の連結端が、温度変化により梁 13 に生ずる熱応力の集中箇所になるためである。したがって、ピエゾ抵抗素子 14 は、長手方向において少なくともその一部が連結端部 13 b のみに含まれるように、言い換えれば熱応力の集中箇所である連結端を避けて、ピエゾ抵抗素子 14 を所望感度が得られる範囲内で所定距離だけ連結端から梁 13 の中央よりに離間して配設される。

【0032】

次に、ピエゾ抵抗素子 14 の短手方向の配置とセンサ 1 の検出能の関係について図 9 を参照し説明する。図 9 は、ピエゾ抵抗素子 14 の短手方向の位置を横軸に、センサ 1 の出力を縦軸に示している。

【0033】

ピエゾ抵抗素子 14 の短手方向の位置を示す横軸の数値は次のようにして正規化されたものである。図 3 に示すように、短手方向においてピエゾ抵抗素子 14 と梁 13 の中心が一致する位置を図 9 の横軸において数値「0」(原点)とし、その中心を基準とし梁 13 の側縁に向かう方向 (図において側縁側と表示) を「+」と表示する。そして、ピエゾ抵

抗素子 14 の短手方向の位置を示す横軸の数値は、ピエゾ抵抗素子 14 と梁 13 の中心間の幅を図示する所定の正規化数 s で除したものである。

【0034】

また、センサ 1 の出力を示す縦軸の数値は次のようにして正規化されたものである。図 9 に示すように、ピエゾ抵抗素子 14 が短手方向において原点にある時のセンサ 1 の実出力を正規化数とする。センサ 1 の出力を示す数値は、各位置におけるセンサ 1 の実出力を上記正規化数で除したものである。

【0035】

図 9 に示すように、ピエゾ抵抗素子 14 は、短手方向において「+」方向、すなわちその中心が梁 13 の中心から離れるほど出力が高くなる。ここで、概念的に図 10 に示すように、センサ 1 に外力が作用した場合の梁 13 の表面に生じる短手方向の引張応力は、両側縁部を除き中心が最も低く側縁へ向かうほど高くなる。

【0036】

したがって、ピエゾ抵抗素子 14 を、その短手方向の中心を梁 13 の中心から偏位させれば高い出力を得られることとなる。その偏位量は、規制条件である梁 13 及びピエゾ抵抗素子 14 の幅などを勘案され適宜設定される。このピエゾ抵抗素子 14 の配置は、連結端部 13b のない、すなわち、全体の幅がほぼ同一の梁 13 を有するセンサ 1 でも有効に作用し、高い検出能のセンサ 1 を得ることができる。

【0037】

なお、図 3 に示すように、ピエゾ抵抗素子 14 は、長手方向にあつては連結端部 13b にその一部が含まれるとともに短手方向にあつてはその中心が梁 13 の中心から偏位した配置をしてもよい。この場合には、各検出軸ごとの出力がバランスする位置に各ピエゾ抵抗素子 14 (14x、14y、14z) を配置することが望ましく、検出軸ごとの出力差の少ないセンサ 1 を得ることができる。

【0038】

また、一つの検出軸に対応するピエゾ抵抗素子 14 を少なくとも一対とし、短手方向において該ピエゾ抵抗素子 14 の対を梁 13 に対称に配設すれば、より検出能を高めることができる。すなわち、図 3 に示すように、例えば X 軸方向加速度を検出するピエゾ抵抗素子を、符号 14x1 と 14x2 からなる 2 個のピエゾ抵抗素子とする。ピエゾ抵抗素子 14x1、14x2 は、短手方向において梁 13 の中心（すなわち X 軸）に対し対称となるように梁 13 に配設されている。この対となるピエゾ抵抗素子 14x1、14x2 は、図示しない配線パターンでそれぞれ直列に接続されるとともに外部装置に接続される。なお、Z 軸方向加速度および Y 軸方向加速度を検出するピエゾ抵抗素子 14z、14y も同様に配設され、配線パターンに接続されている。

【0039】

このように、複数のピエゾ抵抗素子 14 を対称に配設することにより、加速度による梁 13 に生じる歪のバランスを保ちつつ該歪により生じる引張応力を複数部位で検出できるので、各軸の出力に差異の出にくい高い検出能のセンサ 1 が具現される。なお、ピエゾ抵抗素子 14 の対は必ずしも対称に配設されている必要はなく、例えば梁 13 の形状などにより梁 13 の表面に生じる応力分布に対称性が無い場合には幾何学上それぞれが相関のない位置に配設されていてもよい。

【0040】

また、錘体 12 及び枠体 14、梁 13 は別個に説明したが、これらは同一部材で形成されていてもよい。さらに、前記錘体 12 を支持部としてパッケージ等に固定し、枠体 11 を質量部とした構成としてもよい。

【0041】

さらに上記実施態様では、4 方向から錘体 12 を梁 13 で支持した 4 方向支持梁形式のセンサについて説明したが、一方向から支持する片持ち梁形式のセンサ或いは 2 方向から支持する 2 方向支持梁形式のセンサにおいても適応可能で、同様な効果が奏される。

【0042】

上記センサ 1 の製造方法について図 4 に基づいて説明する。図 4 は図 1 の X 軸方向断面視の一部であり、主要工程を説明するための図である。

センサ 1 は、図 4 (a) に示すように梁 13 の厚さを高精度に制御できるように SiO_2 絶縁層 52 を介して SOI 層 53 を形成した Si の支持基板 51 からなる Si 単結晶基板、いわゆる SOI ウエハー 5 に多数のセンサ 1 を形成する半導体プロセスを用いて製造した。ここで、SOI とは Silicon On Insulator の略である。Si 活性層である SOI 層 53 は N 型の Si 単結晶のものをいいその厚みは $10\text{ }\mu\text{m}$ 前後とし、エッチングストッパーとして使われる SiO_2 層 52 の厚みは $1\text{ }\mu\text{m}$ とし、支持基板 51 の厚みは $500\sim 625\text{ }\mu\text{m}$ とした。

【0043】

(素子形成工程)

図 4 (a) に示すように、SOI 層 53 の表面に、フォトレジストあるいは熱酸化 SiO_2 膜などをマスクとして所定形状のパターンを作り、イオン打ち込みなどの不純物拡散手段によりボロンを拡散して平面視で略長形状のピエゾ抵抗素子 14x、14y、14z を形成する。表面の不純物濃度としては、温度特性および感度の点から 2×10^{18} 原子/ cm^3 付近を選択した。

【0044】

(保護膜形成工程)

図 4 (b) に示すように、ピエゾ抵抗素子 14x、14y、14z を保護するため保護膜 6 を形成する。保護膜 6 としては、半導体プロセスで一般的に使われている SiO_2 と PSG (Phosphorous silicated glass) の多層膜を使用し、可動イオンのゲッタリング効果を持たせている。センサ 1 の高感度化のためには保護膜 6 の厚みは薄くして応力を小さくすることが好ましく、本実施態様では $0.3\sim 0.5\text{ }\mu\text{m}$ とした。なお、保護膜 6 は SiO_2 と SiN の 2 層膜で形成してもよい。

【0045】

(スルーホール形成工程)

図 4 (c) に示すように、各々の検出軸方向においてピエゾ抵抗素子 14x、14y、14z の両連結端部の上方にある保護膜 6 に電極を接続するためのスルーホール 7a を、フッ酸主体の湿式エッチングにより形成した。

【0046】

(電極形成工程)

電極パターンを形成するために、アルミニウム、銅、Siなどを主組成としたアルミニウム合金膜をスパッターにより成膜する。その厚みは $0.3\sim 0.5\text{ }\mu\text{m}$ とした。その後、図 4 (d) に示すように、フォトエッチングにより引き出し電極 7 を形成した。

【0047】

(弾性部形成工程)

まず、ドライエッチング法等により SOI 層 53 をエッチングして、SOI 層 53 に空隙 15 を形成する。

次に、図 4 (e) に示すように、SOI 層 53 に形成した空隙 15 及びピエゾ抵抗素子 14x、14y、14z の位置に合わせ両面アライナー装置を用いて支持基板 51 の位置決めをする。錘体 12 および枠体 11 の形状に対応したフォトレジストマスクをその支持基板 51 の表面 (SOI ウエハー 5 の裏面) に形成し、ドライエッチング法で支持基板 51 をエッチングし、更にエッチングストッパーの SiO_2 層 52 を湿式エッチングで除去する。なお、湿式エッチングのエッチング液にはバッファードフッ酸を用いた。

なお、前記したように SiO_2 層 52 を除去せず、適宜設定した一部または全部の SiO_2 層 52 と SOI 層 53 により梁 13 を形成してもよい。そのように SiO_2 層 52 一部または全部残すことにより、例えばピエゾ抵抗素子 14x、14y、14z、電極パターン 7 や SOI ウエハー 5 の膨張率の差により発生する応力を適宜調整してセンサ 1 の全体的な応力を均衡することができ、更に高感度なセンサ 1 とすることができる。

【0048】

SOIウエハー5に形成した多数のセンサ1をダイサー等で個々に切断し、個々のセンサ1を得ることができる。

【産業上の利用可能性】

【0049】

本発明は、大型の半導体加速度センサにも適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】本発明の半導体加速度センサの一実施態様の平面図である。

【図2】図1の半導体加速度センサの拡大断面視である。

【図3】図1の半導体加速度センサのピエゾ素子の配置を示す図である。

【図4】図1の半導体加速度センサの製造方法を説明する図である。

【図5】図1の半導体加速度センサの変形例を説明する図である。

【図6】図1の半導体加速度センサのピエゾ素子の長手方向の配置と出力の相関関係を示す図である。

【図7】図1の半導体加速度センサに外力が作用した場合に生じる梁表面の長手方向における引張応力の分布を概念的に示す図である。

【図8】図1の半導体加速度センサのピエゾ素子の長手方向の配置と温度ドリフトの関係を示す図である。

【図9】図1の半導体加速度センサのピエゾ素子の短手方向の配置と出力の相関関係を示す図である。

【図10】図1の半導体加速度センサに外力が作用した場合に生じる梁表面の短手方向における引張応力の分布を概念的に示す図である。

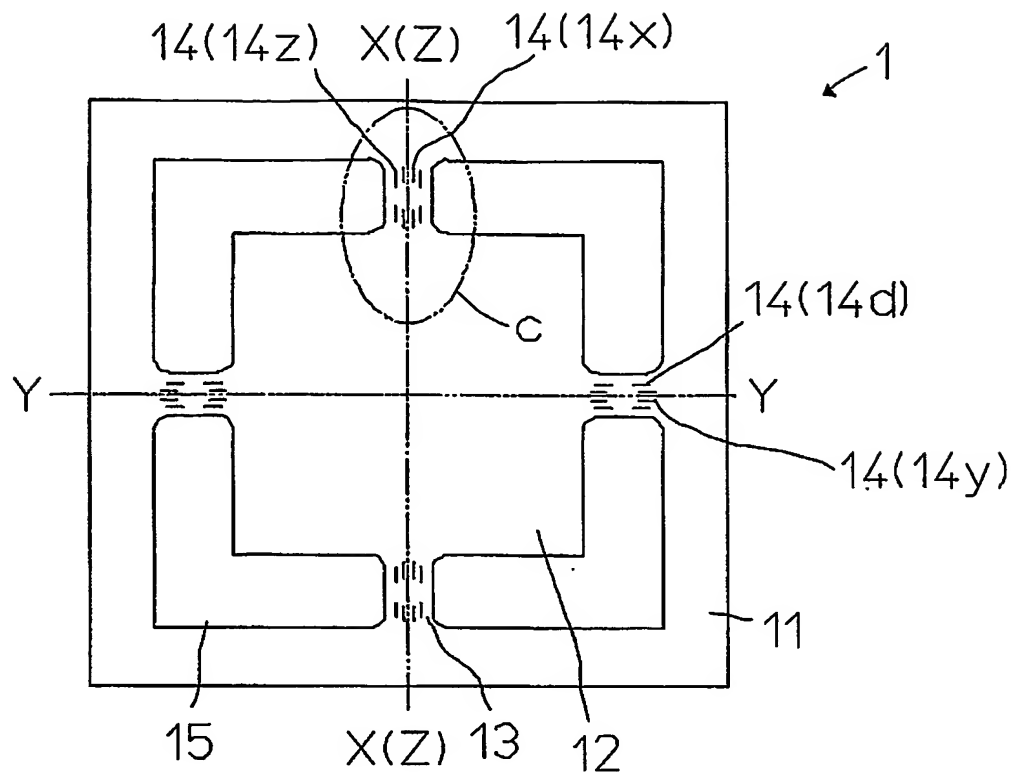
【図11】従来の半導体加速度センサを説明する図である。

【符号の説明】

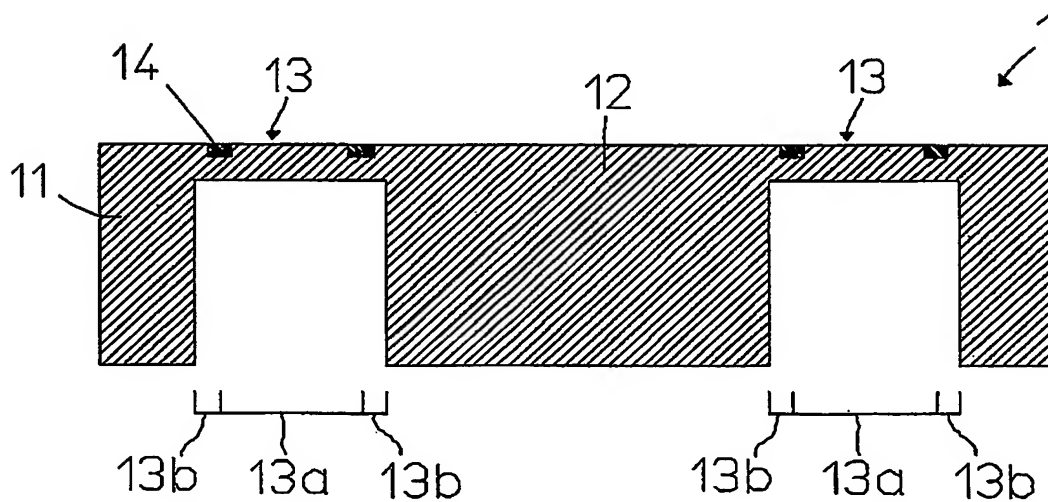
【0051】

1	半導体加速度センサ
11	枠部
12	質量部
13	弾性部
14 x・14 y・14 z	ピエゾ抵抗素子
15	空隙
5	SOIウエハー
51	支持基盤
52	SiO ₂ 絶縁層
53	SOI層
6	保護膜
7	電極
7a	スルーホール

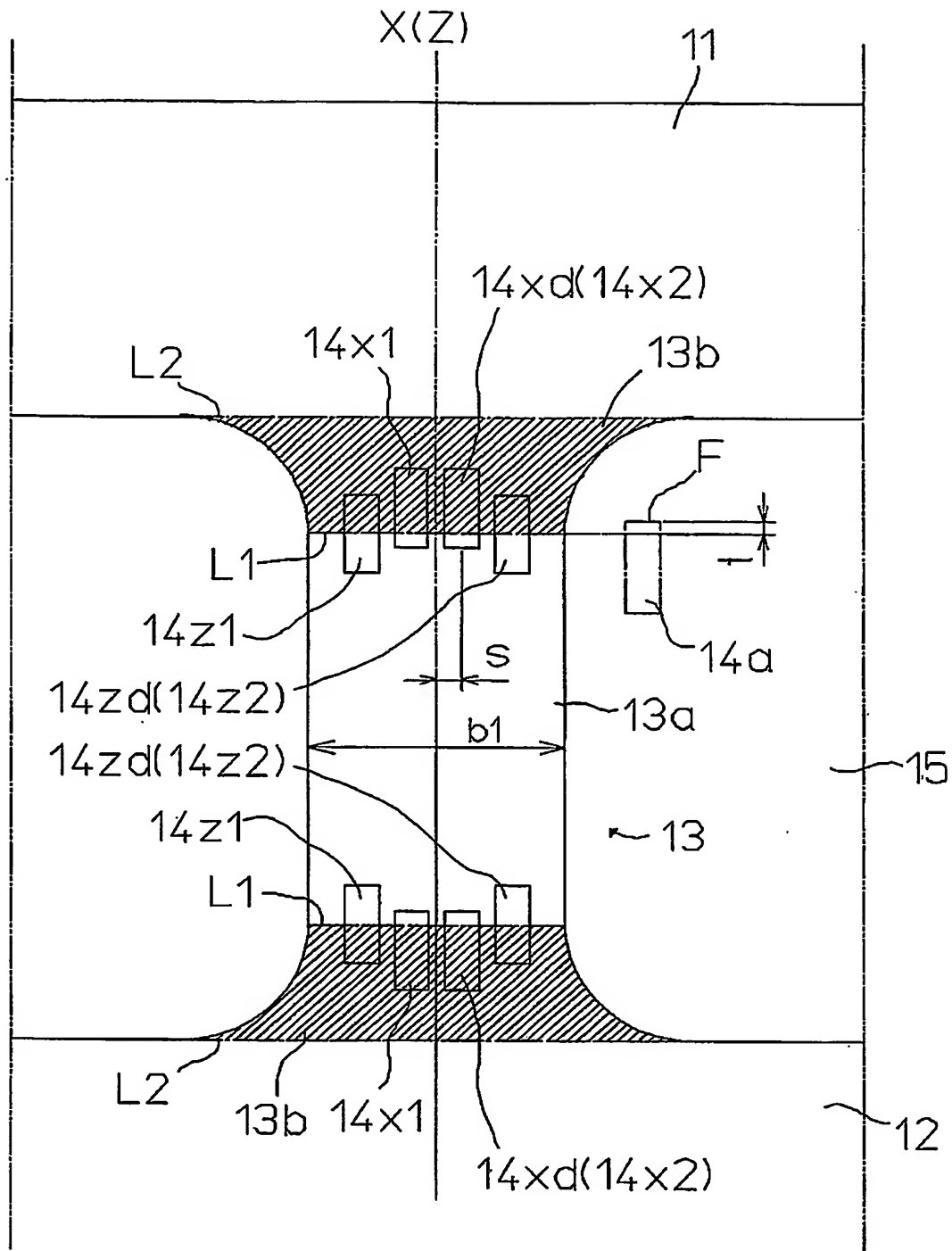
【書類名】 図面
【図 1】



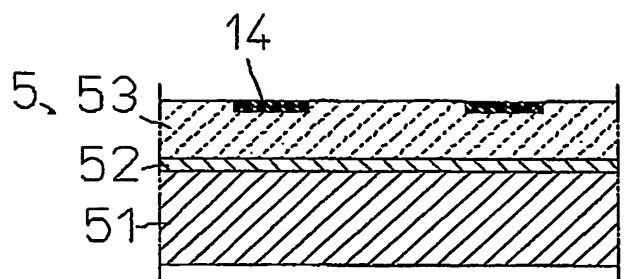
【図 2】



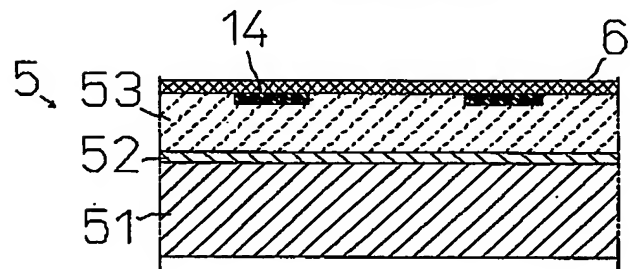
【圖 3】



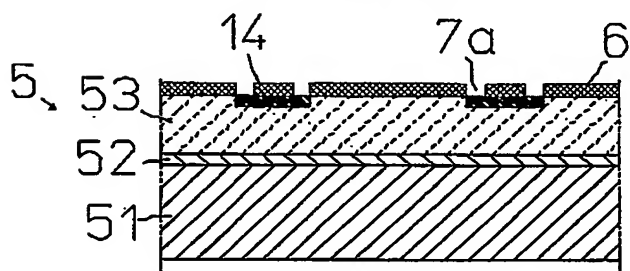
【図 4】



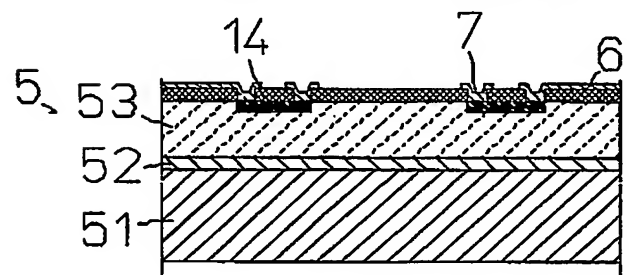
(a) 素子形成工程



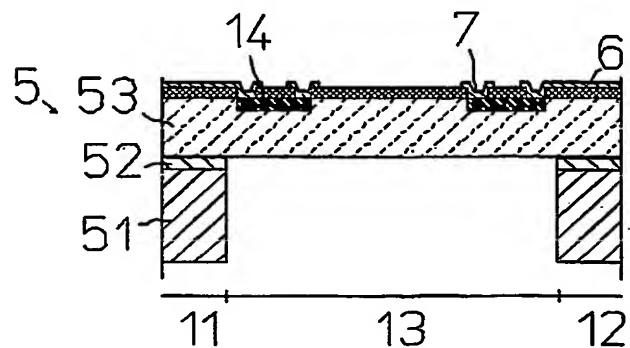
(b) 保護膜形成工程



(c) スルーホール形成工程

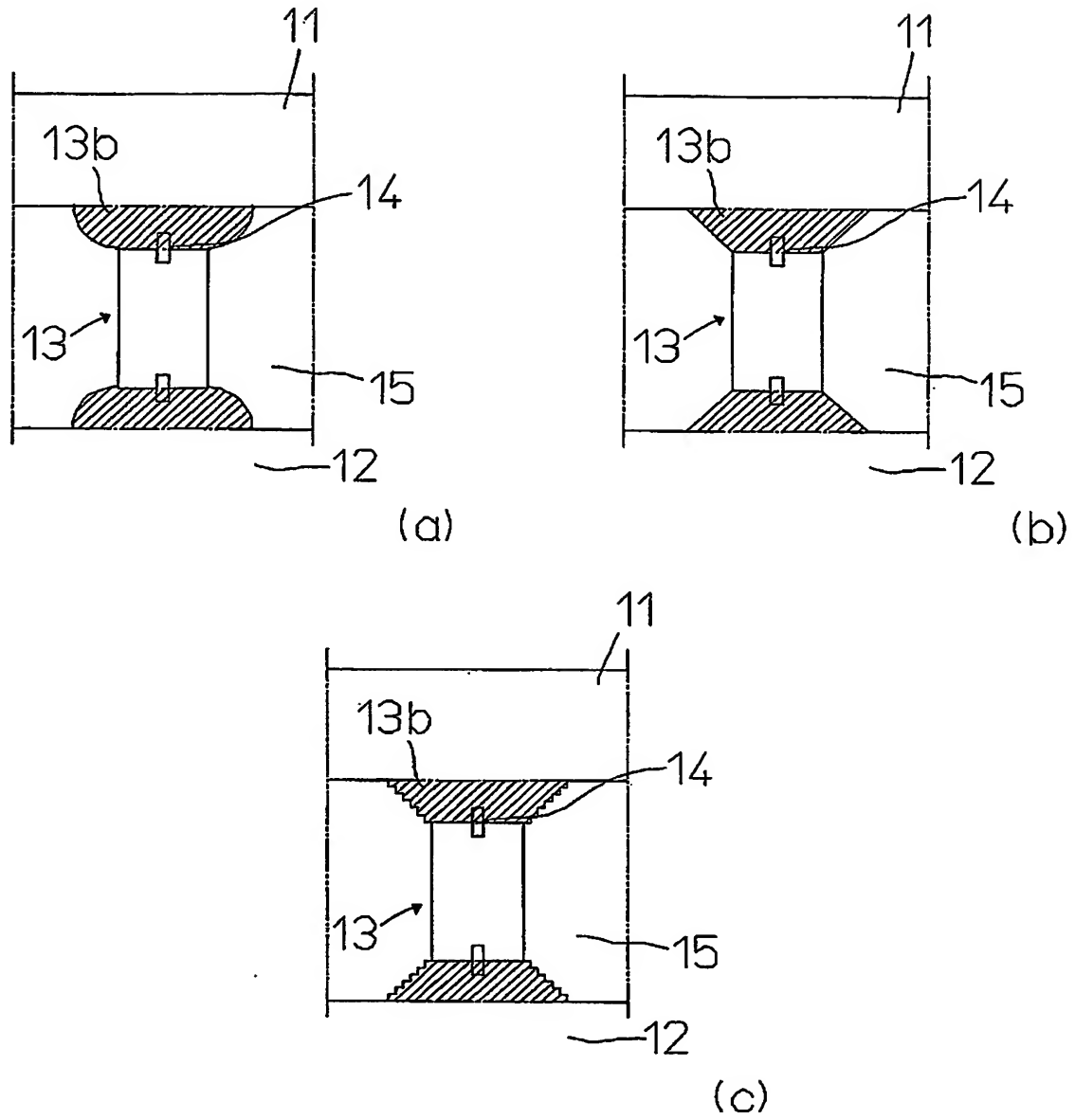


(d) 電極形成工程

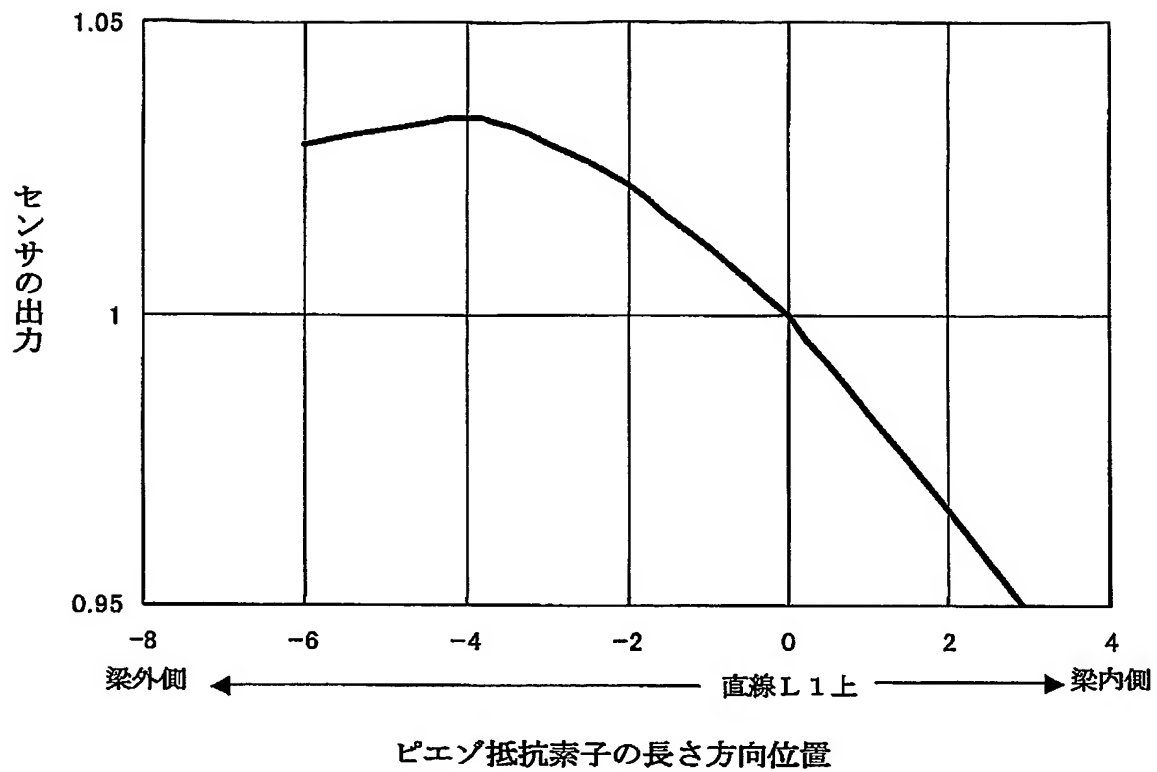


(e) 弾性部形成工程

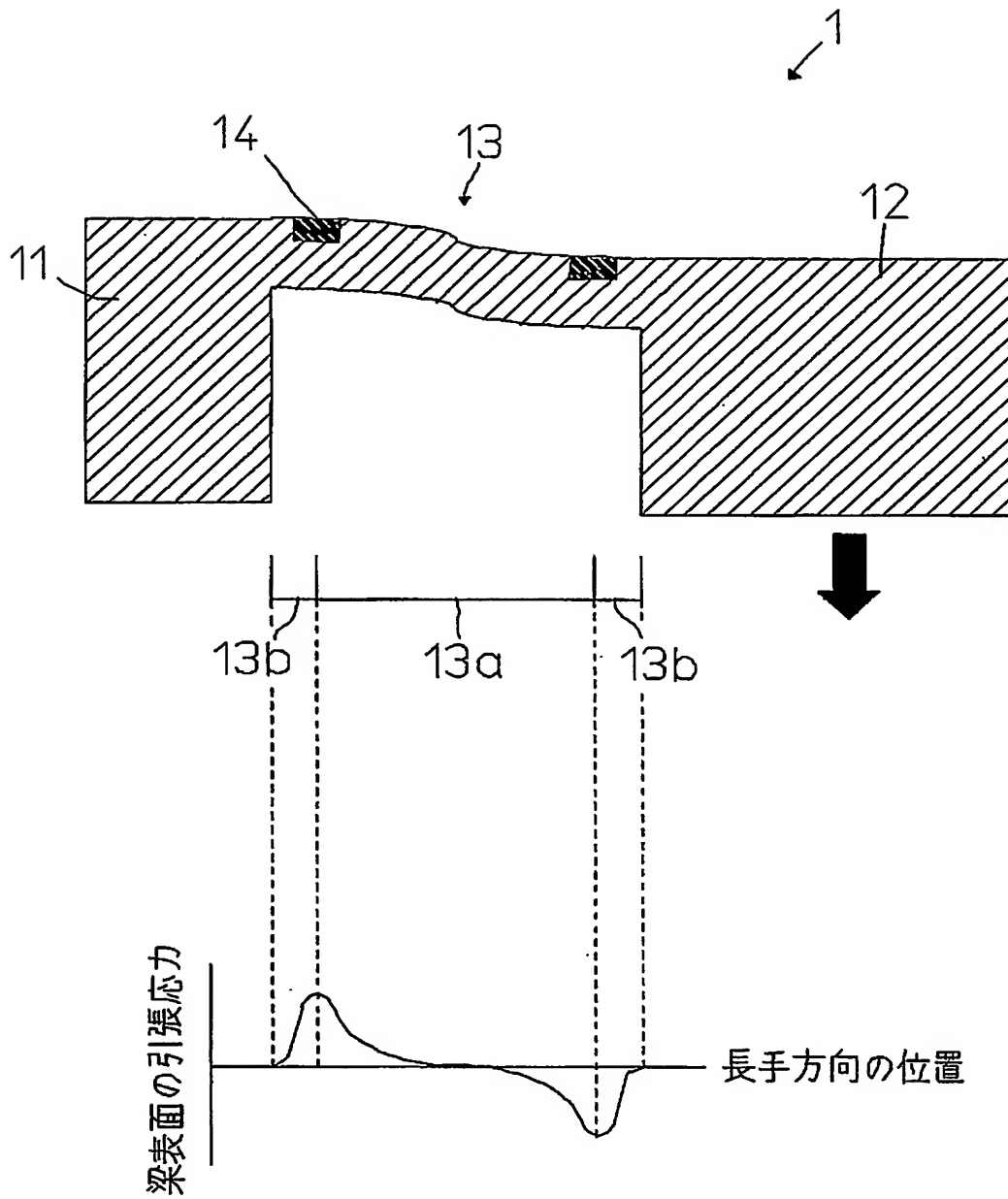
【図 5】



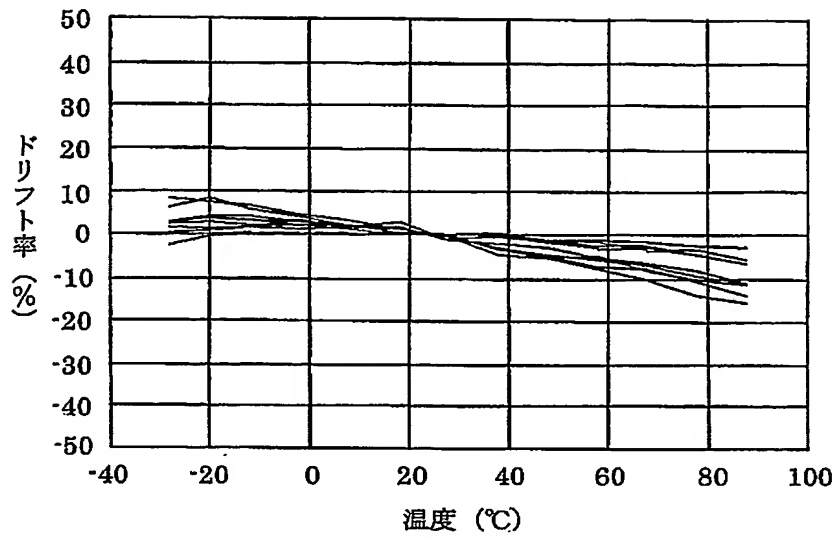
【図 6】



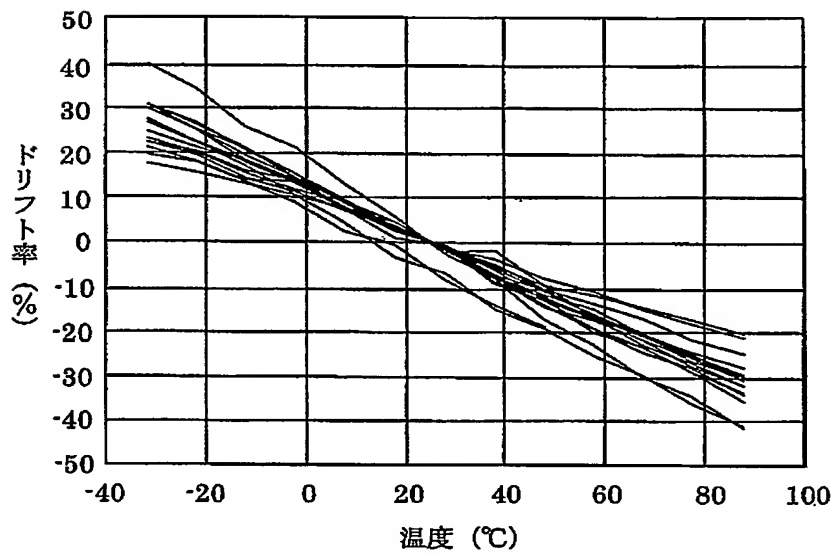
【図 7】



【図 8】

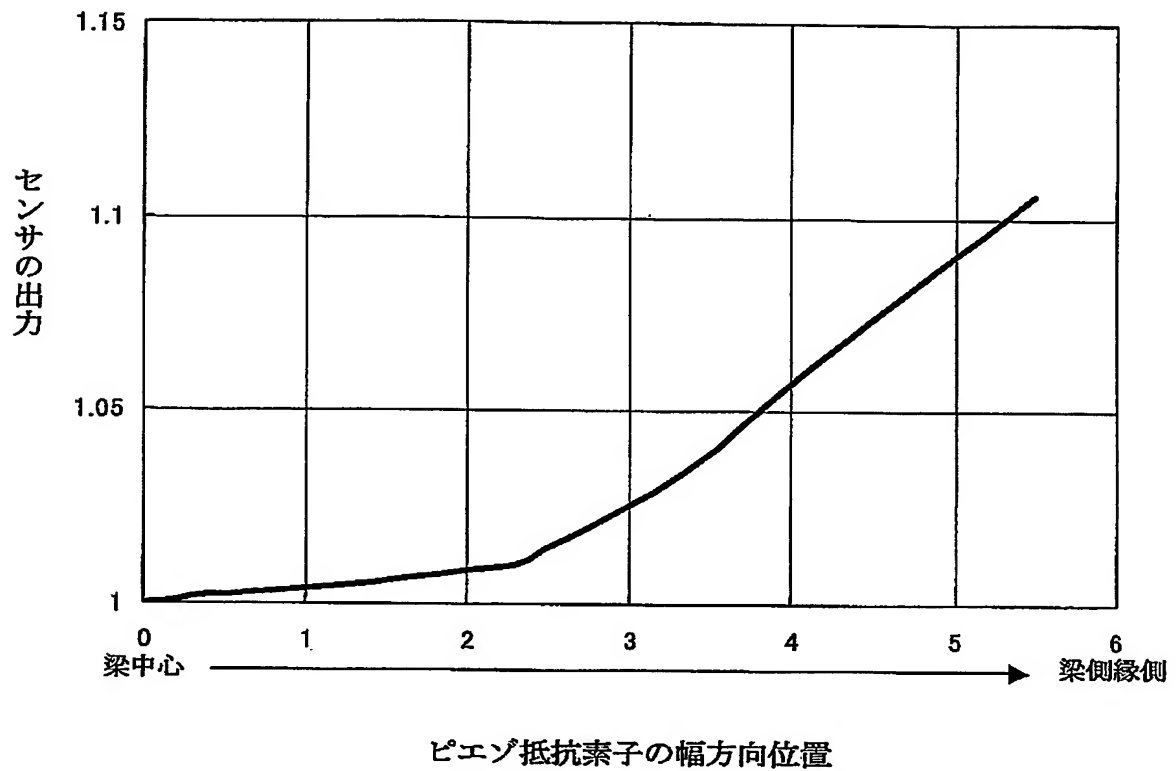


(a)

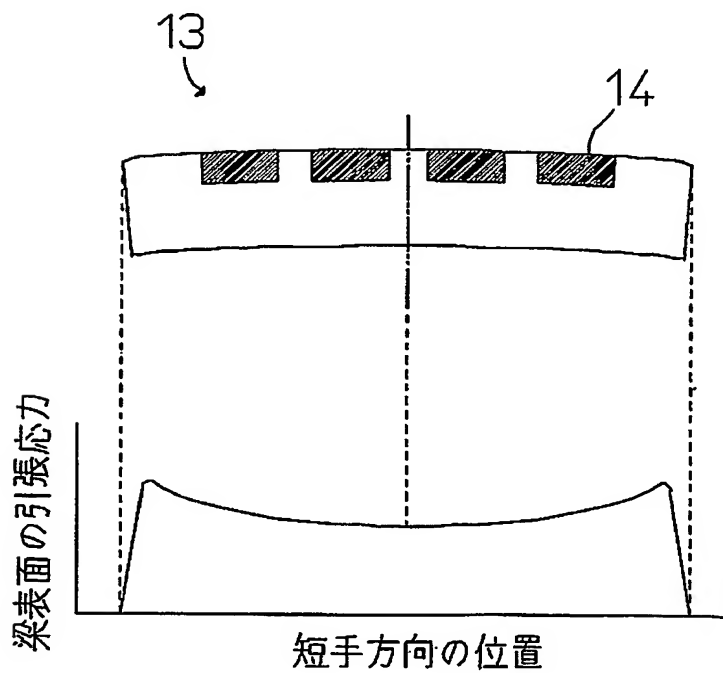


(b)

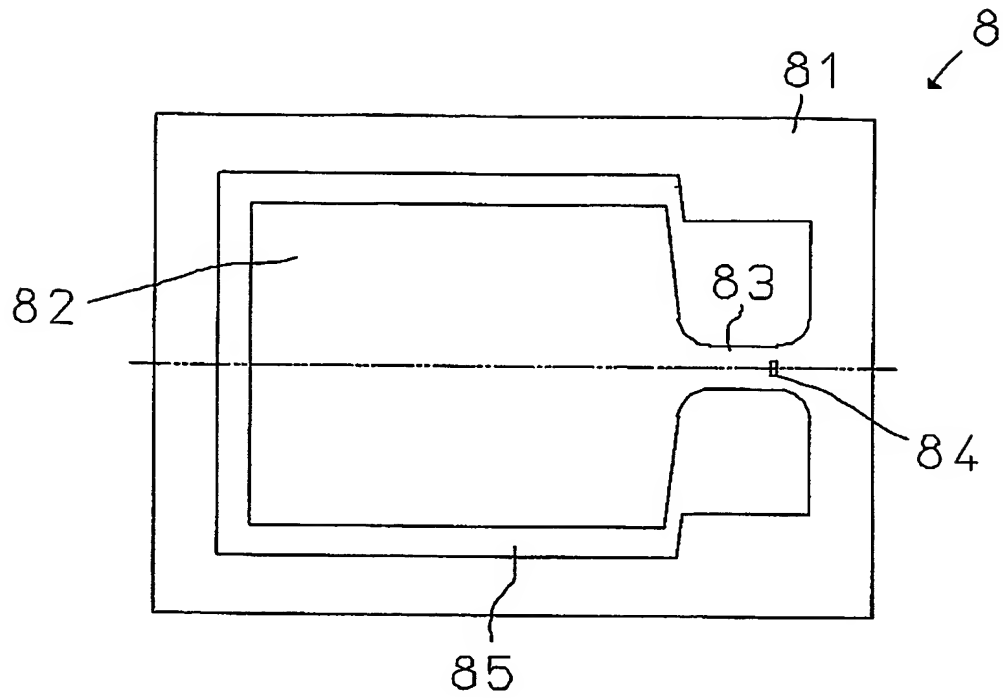
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】本発明は、高い検出能を有し、加えて破損し難い改良された半導体加速度センサを提供することを目的としている。

【解決手段】本発明は、所定の質量を有する質量部と、前記質量部を支持可能な支持部と、前記質量部と前記支持部とを連結した弾性部と、前記弾性部に配設され該弾性部に生じる応力を検出可能な応力検出素子とを備え、前記弾性部の短手方向において前記応力検出素子の中心は前記弾性部の中心から偏位している半導体加速度センサである。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-427871
受付番号	50302122949
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成15年12月25日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成15年12月24日

【書類名】 手続補正書
【あて先】 特許庁長官殿
【事件の表示】
【出願番号】 特願2003-427871
【補正をする者】
【識別番号】 000005083
【氏名又は名称】 日立金属株式会社
【代表者】 本多 義弘
【手続補正1】
【補正対象書類名】 特許願
【補正対象項目名】 発明者
【補正方法】 変更
【補正の内容】
【発明者】
【住所又は居所】 埼玉県熊谷市三ヶ尻 6 0 1 0 番地 日立金属株式会社生産システム研究所内
【氏名】 武鎗 徳久
【発明者】
【住所又は居所】 栃木県真岡市松山町 1 8 番地 日立金属株式会社事業企画部内
【氏名】 池田 由夫
【その他】 誤記の理由：発明者 2 名中、「武鎗 徳久」は誤りで「武鎗 徳久」が正しい氏名です。これは、ワープロ作業の確認時の単純な錯誤によるものです。

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-427871
受付番号	50402118156
書類名	手続補正書
担当官	新井 裕善 7660
作成日	平成16年12月21日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成16年12月10日

特願 2 0 0 3 - 4 2 7 8 7 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 0 8 3]

1. 変更年月日

1 9 9 9 年 8 月 1 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区芝浦一丁目 2 番 1 号

氏 名

日立金属株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/019326

International filing date: 24 December 2004 (24.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2003-427871
Filing date: 24 December 2003 (24.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 03 March 2005 (03.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse